# DAS SPECTRUM DES BROM

VON

J. M. EDER UND E VALENTA.

(Mit 1 Doppeltafel, 2 Tafeln und 2 Textfiguren.)

(VORGELEGT IN DER SITZUNG AM 6. JULI 1899.)

Im Anschlusse an unsere Untersuchung und Messungen des Chlorspectrums (Denkschriften d. kais. Akad. der Wissensch. Wien, 1899, mathem. naturw. Cl., Bd. 68) studirten wir auch dasjenige des Broms unter ähnlichen Bedingungen.

Die ersten Beobachtungen über das Linienemissionsspectrum des Bromdampfes in Vacuumröhren unter dem Einflusse elektrischer Entladungen machte Plücker.[1] Später verfolgte er seine Beobachtungen gemeinschaftlich mit Hittdorf und beide fanden, dass Brom beim Durchschlagen des Funkens eines Ruhmkorff'schen Inductoriums nur ein Linienspectrum (»Spectrum I. Ordnung«) gibt.

Sie beobachteten dasselbe mittels eines Prismenspectroskopes und gaben eine lithographische Abbildung des Bromspectrums, welche sehr anschaulich ist und deshalb in Fig. 1 (S. 2) von uns auf photographischem Wege reproducirt wurde.

Plücker und Hittdorf konnten ein mit dem Absorptionsspectrum des Broms correspondirendes umgekehrtes Spectrum im Emissionsspectrum bei niedrigen Temperaturen nicht sehen, obschon sie es »entsprechend der Theorie« erwartet hatten. Später beschäftigte sich Salet mit dem Spectrum des Broms. Salet wies nach, dass sowohl Brom- als Joddampf sich durch Erhitzen der betreffenden Röhren, in denen sie eingeschlossen sind, von Aussen zum Leuchten bringen lassen.[3] Wird Bromdampf in die Wasserstoffflamme eingeführt, so tritt eine Gelbfärbung auf, die Leuchtgasflamme wird grünlichgelb gefärbt. Salet[4] sagt weiters: die Röhren, in denen der Bromdampf bei gewöhnlicher Temperatur eingeschlossen ist, geben unter Benützung des durch Leydener Flaschen verstärkten Funkens ein gelbes Licht und ein Linienspectrum. Bei Anwendung eines Inductoriums mit grober Wickelung ohne Condensator erhält man einen wolkigen geradlinigen Funken, welcher von einer weniger leuchtenden feuerfarbigen Hülle umgeben ist. Die Wirkung tritt besonders hervor, wenn sich die negative Elektrode, welche heisser als die positive ist, unter der letzteren befindet, indem dann die Funkenbahn von einer Säule heissen aufsteigenden Gases umgeben ist. Vermindert man die Strommenge durch theilweises Herausziehen der Zinkplatten der einzelnen Elemente der galvanischen Batterie, welche den Strom liefert, aus der Flüssigkeit, so wird der Funke rein und seine Bahn gebogen und bietet dasselbe Bild wie dasjenige einer Holtz'schen Maschine.

---

[1] Poggend. Annal. d. Phys. u. Chem. 1859, Bd. 107, S. 527.

[2] Plücker & Hittdorf: Philos. Transactions 1865, S. 24.

[3] Annal. de Chim. 1873 [4.] Bd. 28, S. 26. — Kayser, Lehrb. d. Spectralanalyse 1883, S. 241.

[4] Salet, Traité élémentaire de Spectroscopie, Paris 1888, p. 189. — Mit ähnlicher geringer Dispersion arbeitete A. De Gramont bei seinen Untersuchungen »Spectres de dissociation des sels fondus, Metalloides-Chlor, Brom, Jode (Annales de Chimie et de Physique. 7e Serie, Bd. X, Februar 1897).

Im ersteren Falle beobachtet man (nach Salet) im Spectrum die Linien $\alpha$ und $\beta$ (Fig. 2), fast nur von rothen Streifen begleitet. Diese Erscheinung der leuchtenden Aureole gibt ein continuirliches Spectrum; dies rührt von dem zur Rothgluth erhitzten Bromdampfe her.

Fig. 1.

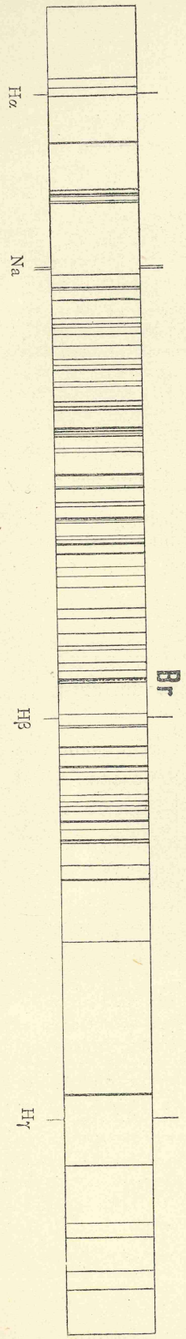
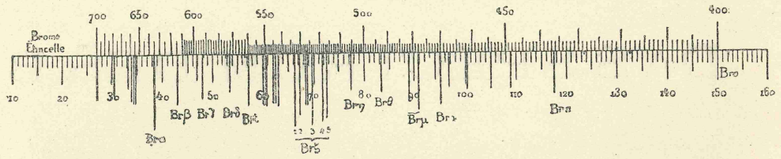



Fig. 2.




Im zweiten Falle treten die brechbaren Linien sehr scharf auf und man erhält das den hohen Temperaturen entsprechende Spectrum. Es wird in diesem Falle zwar weniger Wärme frei, aber dieselbe vertheilt sich auf eine kleinere Gasmenge.

Die von Salet ermittelten Wellenlängen, welche wir in unserer Tabelle abgedruckt haben, sind wenig genau.

Die ersten eingehenden Versuche über den Einfluss der Dichte und Temperatur des Bromdampfes auf das Spectrum desselben verdanken wir Ciamician.[1] Er fand, dass je nach dem Grade der Verdünnung verschiedene Spectren erhalten werden. Wird die Temperatur stark erhöht, so erhält man das Spectrum Taf. I, Fig. 1. Dieses Spectrum zeigt gewisse Eigenthümlichkeiten bezüglich des rothen Theiles.

Bei gewöhnlicher Temperatur und dem dieser entsprechendem Drucke zeigt das Brom im rothen Felde ausser der Liniengruppe $A'$ (Fig. 3) zwei intensive Linien *a und b*. Diese Linien werden mit fortschreitender Verdünnung immer schwächer. Bei einem Drucke von 10 *mm* sind sie noch vorhanden, bei weiterer Verdünnung werden sie sehr schwach und es tauchen nach Ciamician zwei neue Linien $\mu$ und $\nu$ auf.

Das Spectrum des Bromdampfes bei jener Dichte, welche er bei gewöhnlicher Temperatur besitzt, unterscheidet sich von demjenigen des stark verdünnten Dampfes auch noch durch das gänzliche Zurücktreten der Gruppe $D'$, während von der Gruppe $D''$ noch die Linie *m* zurückbleibt (Taf. I, Fig. 2).

Vergrössert man die Dichte durch langsames Erhitzen des Rohres, so treten namentlich im grünen Felde folgende Erscheinungen auf: die Linien *d, e* und *f*, die in den Spectren des verdünnten Dampfes sehr intensiv auftreten, werden immer stärker, bis sie bei 30° C. ebenso stark als die Linien der Gruppe *D* erscheinen, ausserdem treten noch zwei Linien, $\gamma$ und $\delta$, auf. Auch die violetten Linien der Gruppe *E, p* und *q*, vergrössern ihre relative Intensität gegenüber den Linien *n, o* und *r*, während die Linien der Gruppe $A'$ im rothen Felde abgeschwächt erscheinen (Taf. I, Fig. 3). Bei weiterer Erhöhung der Temperatur tritt nach und nach, namentlich im rothen Felde, ein continuirliches Licht auf, während die Linien ihre scharfen Grenzen verlieren und verwaschen erscheinen. Am meisten verbreitert erscheinen dabei die Linien der Gruppen *B, C'* und $D''$ (Taf. I, Fig. 4), weniger jene der Gruppe $C'''$ und noch weniger die violetten Linien der Gruppe *E*, während die rothen Linien von $A'A''$ stets ihre volle Schärfe behalten. Bei weiterem Erhitzen erscheinen die Linien der Gruppen *B, C'* und $D''$ verhältnissmässig weniger verschwommen, indem in der Mitte des verwaschenen Streifens eine schärfere Linie hervortritt

[1] Ciamician, Einfluss der Dichte und Temperatur auf die Spectren von Dämpfen und Gasen. Sitzber. d. kais. Akad. d. Wiss. Bd. 78, Abth. II, Juli 1898.



(Taf. I, Fig. 5). Durch weiteres Erhitzen kann man die Linien nicht viel mehr verbreitern, wohl aber nimmt die Intensität des continuirlichen Spectrums zu, so dass es bei einer Temperatur von 200° C. blendend stark wird und alle Linien, mit Ausnahme der rothen, von $A'$ und $A''$ überstrahlt. (Ciamician.)

Ciamician's Zeichnungen sind auf eine willkürliche Skala bezogen; er führte keine Wellenlängemessungen durch, so dass seine Angaben nur schwer mit den anderen Beobachtungen vergleichbar sind.

---

Das Absorptionsspectrum des Bromdampfes wurde von Daniel und Miller,[1] Roscoe und Thorpe,[2] Moser,[3] am ausführlichsten aber von Hasselberg[4] untersucht. Der letztere machte nicht nur die genauesten Wellenlängenmessungen, sondern publicirte auch eine vortreffliche Zeichnung des aus unzähligen feinen Linien bestehenden Absorptionsspectrums. Da diese Zeichnung Bezug auf unsere eigenen Befunde hat, reproduciren wir dieselbe in stark verkleinertem Maassstabe (Lichtdruck) sammt der zugehörigen Skala der Wellenlängen (Taf. II).

Hasselberg beobachtete das Absorptionsspectrum des Bromdampfes bei Zimmertemperatur (das Bromgas war in mit planparallelen Deckplatten verschlossenen Röhren enthalten) mittels eines grossen Gitterapparates und photographirte das Spectrum II. Ordnung, in welchem die Cannellirungen, die man mit Apparaten geringer Dispersion sieht, völlig in Linien aufgelöst erscheinen. Als Lichtquelle diente das Sonnenlicht und Hasselberg benützte die Linien des Sonnenspectrums als Standards für seine Messungen

---

Unsere Versuche wurden mit Plücker'schen Röhren, deren Kugeln 6 *cm* Durchmesser besassen und longitudinal aufgestellt waren, durchgeführt. Die Erregung erfolgte mittels des Funkens eines grossen Ruhmkorff'schen Inductoriums ohne Leydener Flaschen. Das Linienspectrum des Broms trat am deutlichsten und schärfsten bei einem Drucke von 8—10 *mm* hervor. Bei noch geringerem Drucke wurden die Linien wohl schärfer, aber das gesammte Phänomen verlor an Helligkeit, so dass die photographischen Aufnahmen grosse Schwierigkeiten boten. Bei 10—15 *mm* Druck ist die Helligkeit merklich grösser und die Linien sind noch genügend scharf. Fig. 1, 2 und 4 der beigegebenen heliographischen Tafel sind Reproductionen von Spectrumphotographien, welche wir bei diesem Drucke herstellten.

Schon bei 15—20 *mm* Druck beginnen die Verbreiterungserscheinungen der meisten Bromlinien; analog den Beobachtungen beim Chlorspectrum werden auch hier nicht alle Linien im selben Grade von der Verbreiterung ergriffen, sondern manche Linien (bald stärkere, bald schwächere) widerstehen der seitlichen Verbreiterung bei steigendem Drucke besser.

Neben dem Linienspectrum des Broms beobachteten wir besonders bei niederem Drucke, z. B. in unseren Bromröhren von 8—10 *mm* Druck, ein continuirliches Spectrum, welches namentlich im Violett und zu Anfang des Ultravioletts so lichtstark auftritt, dass es eine intensive Schwärzung der photographischen Platte herbeiführt (siehe Fig. 5 der heliographischen Tafel).

Dieses Leuchten des Bromdampfes unter Aussenden eines continuirlichen Spectrums wird bei $\lambda = 4300$ deutlich, steigert sich allmählig wachsend bis $\lambda = 3700$ und weiter ins Ultraviolett. In der Gegend von $\lambda = 3700$ wird dieses continuirliche Spectrum so enorm hell, dass nur mehr die stärksten Linien des Linienspectrums es übertreffen. Dabei tritt keine Absorptionserscheinung des Linienspectrums durch die selbstleuchtenden Bromdämpfe auf und auch der stark orangegelb gefärbte Bromdampf, welcher die ziemlich grossen Kugelansätze unserer Bromröhren erfüllte, dämpfte das Lichtphänomen nicht merklich. Dieses continuirliche

[1] Poggend. Ann. Bd. 28, S. 386.

[2] Philos. Trans. 1877, Bd. 167, S. 209.

[3] Poggend. Ann. Bd. 170, S. 188.

[4] Mém. de l'Acad. de St. Pétersbourg 1878, Bd. 26, Nr. 4. Ferners die ausführliche zweite Abhandlung Hasselberg's »Untersuchung über das Absorptionsspectrum des Broms« (Kongl. Swenska Vetenskaps Academiens Handlingar 1891, Bd. 24, Nr. 3).

Spectrum des Bromdampfes scheint zwischen $\lambda = 4200$ bis $\lambda = 4900$ ein Minimum zu haben und dann bei $\lambda > 4900$ wieder anzusteigen; dies ist aus unserer Spectrumphotographie 4 und 5, Taf. III, ersichtlich.

Bei einem Gasdrucke, welcher unter 8 *mm* liegt, scheint dieses Phänomen zu verblassen, ebenso bei einem Drucke über 40 *mm*. Die günstigsten Bedingungen für das Entstehen dieser durch ein continuirliches Spectrum charakterisirten Lichtmassen konnten wir nicht genau feststellen; jedenfalls liegt ein von dem Linienspectrum vollkommen getrenntes Spectralphänomen vor.

Es tritt also beim Brom derselbe Fall ein, von welchem Hittdorf[1] und speciell Kronen[2] betreffs des Jods spricht, nämlich: »Die Röhre leuchtet, ohne dass ihr Inhalt das ausgesandte Licht in bemerkbarer Weise absorbirt; das Leuchten erfolgt also nicht unter den Bedingungen des Kirchhoff'schen Gesetzes.«

Bei einem Drucke von circa 45 *mm* entsteht in Bromröhren beim Durchschlagen des Funkens (ohne Flaschen) das eigentliche Linienspectrum des Broms unter gleichzeitiger merklicher Verbreiterung der Linien (siehe Fig. 3, Taf. III), Gleichzeitig tritt ein neues Bandenspectrum auf, welches das vorhin genannte Spectrum mit ziemlich grosser Helligkeit durchsetzt, Fig. 3, Taf. III zeigt die heliographische Reproduction dieses von uns aufgefundenen Bandenspectrums. Dasselbe repräsentirt ein drittes Spectrum des Broms und entspricht wahrscheinlich dem normalen Bandenspectrum, wie es z. B. Schwefel, Stickstoff, Quecksilber etc. aufweisen, während beim Chlor bisher ein solches Bandenspectrum nicht aufgefunden werden konnte.

Das Emissionsbandenspectrum des Broms, dessen genauere Identificirung den älteren Spectralanalytikern nicht gelungen war, wurde von uns mit hinlänglicher Deutlichkeit photographirt, so dass wir einige Zonen zum Zwecke von Wellenlängenbestimmungen ausmessen konnten. Die Resultate dieser Messungen sind in nachstehender Tabelle niedergelegt und daneben die Wellenlängen der dunkleren Linien im Absorptionsspectrum des Bromdampfes nach Hasselberg eingetragen.

| $J$ | Eder und Valenta<br>helle Linien im Bandenemissionsspectrum des Bromdampfes | | Hasselberg<br>dunkle Linien im Absorptionsspectrum des Bromdampfes |
|---|---|---|---|
| 1 | 5593·38 | | 5593·17 |
| 1 | 5592·99 | | 5592·68 |
| 1 | 5592·47 | | 5592·24 |
| 1 | 5592·05 | | 5591·90 |
| 1 | 5591·19 | | 5591·56 |
| 1 | 5590·86 | 5590·82 | 5591·10 |
| 2 | 5590·50 | 5590·52 | 5590·71 |
| 3 | 5590·20 | 5590·19 | 5590·38 |
| 4 | 5589·99 | 5589·97 | 5590·16 |
| 2 | 5589·67 | 5589·67 | 5589·84 |
| | 5589·24 | | 5589·49 |
| | 5587·71 | | 5589·05 |
| | 5587·44 | | |

Aus dem Vergleiche der beiden Tabellen geht hervor, dass die Spectren sehr ähnlich sind. Einige Liniengruppen, z. B. 5593 bis 5589, sind unzweifelhaft analog, d. h. die leuchtenden Linien des Bandenemissionsspectrums in Plücker'schen Röhren haben ein und dieselbe Wellenlänge, wie die dunklen Linien das Bandenabsorptionsspectrum von Bromdampf.

Eine andere Liniengruppe weist nur theilweise, aber keineswegs vollkommene Identität der Wellenlängen beider Arten des Bandenspectrums auf.

[1] Wiedem. Ann. 1883, Bd. 19, S. 75.

[2] Kronen: Über die Spectren des Jod, Inauguraldissertation Köln 1897, S. 24.



| Eder und Valenta<br>helle Linien im Bandenemissionsspectrum des Bromdampfes | $i$ | Hasselberg<br>dunkle Linien im Absorptionsspectrum des Bromdampfes | Anmerkung |
|---|---|---|---|
| 5516·91 | 1 | 5517·03 | |
| 5513·64 | 1/2 | 5513·73 | |
| 5512·79 | 1/2 | 5512·82 | |
| 5511·53 | 1/2 | 5511·65 | |
| 5511·08 | 1 | 5511·03 | |
| 5510·71 | 1/2 | 5510·69 | |
| 5510·17 | 1/2 | 5510·35 | |
| 5509·79 | 1/2 | 5509·87 | |
| 5509·48 | 1/2 | 5509·62 | |
| 5509·06 | 2 | 5509·06 | |
| 5508·71 | 2 | 5508·87 | |
| 5508·21 | 1 | 5508·21 | |
| 5507·80 | 2 | | |
| 5507·50 | 2 | 5507·59 | |
| 5506·69 | 1 | 5506·88 | |
| 5506·21 | 3 | 5506·36 | |
| 5005·97 | 2 | 5505·98 | |
| 5505·60 | 1 | 5505·75 | |
| 5505·24 | 1 | 5505·11 | |
| 5504·51 | 1 | 5504·72 | |
| 5504·08 | 1/2 | 5504·31 | |
| 5503·86 | 1 | 5503·90 | |
| 5503·46 | 1 | 5503·23 | |
| 5503·36 | | 5501·46 | |
| einige Linien fehlen | | 5501·13 | |
| | | 5500·58 | Hauptlinie |
| 5501·59 | | viele Linien | |
| 5501·20 | | | |
| 5500·82 | 1 | | |
| 5500·81 | 1 | | |
| 5496·61 | 1 | 5496·41 | |
| 5496·19 | 3 | 5496·01 | |
| 5495·71 | 2 | 5495·53 | |
| 5494·79 | 2 | 5494·95 | |
| 5494·30 | 2 | 5494·30 | |
| 5493·72 | | 5493·78 | |

Es ist somit das von Plücker und Hittdorf vorausgesehene Emissionsbandenspectrum des Bromdampfes durch diese Befunde thatsächlich experimentell als existirend nachgewiesen.

In weitaus höherem Grade charakteristisch für den spectralen Nachweis von Brom ist das Linienspectrum, welches wir von $\lambda = 3900$ bis $\lambda = 3684$ mit unserem grossen Concavgitter in der II. Ordnung photographirt und unter dem Mikroskope ausgemessen haben. Als Standard benützten wir die Rowland'schen Eisenlinien mit jenen Werthen, welche ihnen Rowland im Sonnenspectrum zuschreibt.

Die Photographien im rothen und gelben Spectralbezirke nahmen wir im Spectrum I. Ordnung vor. Die Photogramme des Bromspectrums von $\lambda = 6632$ bis $\lambda = 5180$ sind von sehr befriedigender Gleichmässigkeit. Die Aufnahmen wurden auf Bromsilbergelatinetrockenplatten durchgeführt, welche wir durch Baden in Farbstofflösungen für die betreffenden Strahlen empfindlich gemacht hatten. Es ist dies wohl die erste gelungene heliographische Wiedergabe dieses schwer zu photographirenden Bezirkes lichtarmer Spectralphänomene im wenig brechbaren Theile.

Die ermittelten Wellenlängen sind in der folgenden Tabelle zusammengestellt:

## Wellenlängenmessungen im Spectrum des Broms.

| Eder—Valenta | | | Ältere Beobachtungen | | Eder - Valenta | | | Ältere Beobachtungen | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| λ | ι | Bemerkung | Salet | Plücker u. Hittdorf | λ | ι | Bemerkung | Salet | Plücker u. Hittdorf |
| — | — | | 6990 | — | 5425·21 | 5 | | 5425 | 5428 |
| — | — | | — | 6862 | 5423·01 | 7 | | — | 5422 |
| 6682·83 | 2 | | — | — | 5395·69 | 5 | | — | 5391 |
| 6632·02 | 5 | | 6630 | 6628 | — | — | | — | 5383 |
| 6582·52 | 1 | | 6580 | 6576 | 5370·51 | 2 | verbreitet nach Roth | — | — |
| 6560·17 | 4 | | 6555 | 6555 | | | | | |
| 6545·00 | ½ | | — | — | 5364·38 | 3 | dto. | — | — |
| 6353·07 | 1 | | — | — | 5360·99 | 2 | | — | — |
| 6351·02 | 10 | | 6356 | 6357 | 5345·53 | 4 | dto. | — | — |
| 6204·36 | ½ | | — | — | 5335·30 | 5 | | 5335 | 5326 |
| 6178·72 | 2 | | — | — | 5333·49 | 1 | | — | — |
| 6170·09 | 2 | | — | — | 5332·18 | 10 | | — | — |
| 6159·60 | 2 | | — | — | 5330·76 | 2 | | — | — |
| 6149·95 | 10 | | 6165 | 6158 | 5304·31 | 7 | | — | 5299 |
| 6142·02 | 4 | | — | 6151 | — | — | | 5310 | 5292 |
| 6123·49 | 3 | | — | 6131 | 5272·89 | 4 | | 5275 | 5263 |
| 6118·89 | 4 | | — | 6128 | 5263·68 | 4 | | 5265 | 5250 |
| 6097·05 | 1 | | — | — | 5249·219 | 3 | | — | — |
| 5954·3 | ½ | | — | — | 5239·994 | 2 | | 5240 | 5225 |
| 5950·7 | ½ | | — | — | 5238·472 | 8 | | — | — |
| 5940·83 | 4 | | — | — | 5233·65 | 2 | | — | — |
| 5871 97 | 3 | | 5880 | — | 5227 911 | 3 | | — | 5220 |
| 5868·40 | 2 | | — | 5868 | — | — | | — | 5216 |
| 5864·55 | 3 | | — | — | 5199·50 | 3 | | — | — |
| 5852·40 | 5 | | — | — | 5194·075 | 4 | etwas verbreitert | — | — |
| 5833·71 | 3 | | — | — | 5184·074 | 4 | | — | 5187 |
| 5831·04 | 7 | | 5840 | 5827 | 5182·573 | 7 | | — | — |
| 5821·40 | 3 | | — | 5824 | 5180·19 | 2 | | 5185 | 5180 |
| 5794·50 | 2 | | — | 5792 | 5174·09 | 1 | | — | — |
| — | — | | — | 5739 | 5164·560 | 5 | | 5165 | 5168 |
| 5719·17 | 4 | | 5720 | 5722 | 5143·626 | 2 | | — | 5150 |
| 5716·5 | ½ | | — | — | — | — | | — | 5122 |
| 5711·25 | 4 | | — | 5712 | — | — | | — | 5106 |
| — | — | | — | 5696 | — | — | | — | 5092 |
| 5657·83 | 4 | | — | 5662 | 5054·853 | 4 | | 5060 | 5054 |
| 5643·40 | ½ | | — | — | 5038·962 | 3 | verbreitert | — | 5035 |
| 5630·3 | 1 | | — | — | 5020·756 | 3 | | — | — |
| 5627·5 | 1 | verbreitet | — | 5626 | 5011·000 | 1 | | — | 5010 |
| 5622·38 | 1 | | — | 5622 | 5002·96 | 1 | | — | — |
| 5621·95 | 1 | | — | — | 4987·234 | 1 | kaum sichtbar | — | 4990 |
| 5600·90 | 4 | | 5600 | 5598 | 4979·950 | 4 | ziemlich scharf | — | 4982 |
| 5590·15 | 8 | | — | — | 4959·51 | 4 | verbreitert | — | 4960 |
| 5588·40 | 2 | | — | — | 4945·768 | 3 | verschwommen | — | 4955 |
| 5584·98 | 1 | | — | — | 4942·21 | 1 | undeutlich | — | — |
| 5560·10 | 1 | | — | 5566 | 4930·816 | 5 | ziemlich scharf | 4930 | 4932 |
| 5545·91 | 1 | | — | 5552 | 4928·966 | 5 | dto. | — | 4924 |
| 5539·21 | 1 | | — | — | 4926·758 | 2 | verschwommen | — | — |
| 5536·52 | 4 | | — | — | 4921·386 | 3 | dto. | — | — |
| 5532·38 | ½ | | — | — | 4921·20 | 1 | dto. | — | — |
| 5529·19 | 2 | | 5515 | 5515 | 4867·935 | 3 | verbreitert | — | 4868 |
| 5516·87 | 1 | | — | — | 4866·851 | 3 | dto. | — | — |
| 5511·04 | 2 | | — | — | 4848·988 | 6 | scharf | — | 4852 |
| 5508·49 | 3 | | — | — | 4845·196 | 3 | verbreitert | — | 4847 |
| 5506·97 | 8 | | 5000 | 5502 | 4838·823 | 3 | | — | — |
| 5495·24 | 7 | | 5495 | 5492 | 4834·699 | 2 | verschwommen | — | — |
| 5489·00 | 6 | | — | — | 4816·900 | 8 | ziemlich scharf | 4815 | 4818 |
| 5483·20 | 2 | | — | — | 4802·544 | 4 | dto. | — | 4807 |
| 5481·41 | 2 | | — | — | 4799·794 | 3 | verschwommen | — | — |
| 5480·20 | 3 | verbreitet | — | — | 4798·415 | 3 | dto. | — | — |
| 5466·43 | 5 | | — | — | 4791·989 | 2 | dto. | — | — |
| 5450·28 | 3 | | 5450 | 5446 | 4785·644 | 10 | scharf | 4785 | 4787 |
| 5442·55 | 4 | | — | — | 4780·524 | 6 | dto. | — | 4778 |
| 5435·30 | 5 | | — | 5436 | 4777·30 | 3 | dto. | — | — |
| 5433·49 | 1 | | — | — | | | | | |



| Eder - Valenta | | | Ältere Beobachtungen | | Eder - Valenta | | | Ältere Beobachtungen | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| λ | ι | Bemerkung | Salet | Plücker u. Hittdorf | λ | ι | Bemerkung | Salet | Plücker u. Hittdorf |
| 4776·605 | 7 | scharf | — | — | 4460·39 | 1 | | — | — |
| 4775·41 | 3 | dto. | — | — | 4453·75 | 1 | | — | — |
| 4774·01 | 4 | dto. | — | — | 4441·94 | 8 | verbreitert nach Roth | — | — |
| 4772·91 | 3 | verbreitert | — | 4771 | 4431·13 | 2 | | — | — |
| 4767·282 | 8 | scharf | — | — | 4430·07 | 2 | | — | — |
| 4766·27 | 5 | verbreitert nach Roth | — | — | 4425·32 | 5 | scharf | — | — |
| | | | | | 4423·22 | 2 | | — | — |
| 4753·05 | 1 | | — | — | 4412·66 | 1 | | — | — |
| 4702·47 | 3 | verbreitert | — | — | 4407·80 | 4 | | — | — |
| 4750·10 | 2 | total verbreitert | — | — | 4405·18 | 1 | | — | — |
| 4744·53 | 3 | verbreitert | — | 4746 | 4399·87 | 3 | | — | — |
| 4742·87 | 8 | scharf | — | 4736 | 4396·55 | 5 | | — | — |
| 4735·67 | 5 | verbreitert nach Roth | — | 4730 | 4395·10 | 4 | | — | — |
| | | | | | 4391·76 | 3 | | — | — |
| 4728·90 | 2 | | — | — | 4386 83 | 2 | verschwommen | — | — |
| 4728·49 | 4 | | — | — | 4378·11 | 4 | verbreitert | — | — |
| 4720·56 | 1 | dto. | 4720 | 4720 | 4377·40 | 2 | ziemlich scharf | — | — |
| 4719·95 | 8 | | — | — | 4372·20 | 3 | verschwommen | — | — |
| 4717·57 | 3 | etwas verbreitert | — | — | 4365·76 | 8 | scharf | 4367 | 4365 |
| 4714·66 | 1 | ganz verschwommen | — | — | 4365·31 | 4 | dto. | — | — |
| 4711·32 | 1 | | — | — | 4297·27 | 3 | dto. | — | — |
| 4708·16 | 1 | | — | — | 4291·54 | 6 | | 4287 | 4288 |
| 4705·00 | 10 | verbreitert | 4705 | 4706 | 4236·998 | 6 | dto. | — | — |
| 4701·93 | 2 | unscharf | — | — | 4230·101 | 4 | | 4230 | 4241 |
| 4698·77 | 2 | dto. | — | 4695 | 4223·996 | 8 | | — | 4228 |
| 4696·59 | 2 | dto. | — | — | 4202·64 | 4 | dto. | — | 4198 |
| 4693·48 | 8 | ziemlich scharf | — | — | 4193·62 | 6 | | — | — |
| 4692·51 | 3 | etwas verbreitert | — | — | 4193·34 | 2 | | — | — |
| 4691·42 | 3 | verbreitert | — | — | 4179·76 | 8 | | 4180 | 4181 |
| 4678·89 | 8 | etwas verbreitert | 4675 | 4680 | 4175·92 | 5 | dto. | — | — |
| 4675·82 | 2 | ganz verbreitert | — | 4676 | 4175·77 | 1 | sehr schwach | — | — |
| 4673·56 | 2 | ziemlich scharf | — | — | 4160·14 | 2 | ziemlich scharf | — | — |
| 4672·750 | 6 | dto. | — | — | 4157·54 | 2 | | — | — |
| 4666·42 | 2 | | — | — | 4157·23 | 3 | | — | — |
| 4652·18 | 6 | scharf | — | — | 4151·52 | 3 | scharf | — | — |
| 4644·17 | 2 | unscharf | — | 4644 | 4144·12 | 2 | dto. | — | — |
| 4643·74 | 4 | ziemlich scharf | — | — | 4140·37 | 6 | dto. | — | 4142 |
| 4642·35 | 3 | verbreitert | — | — | 4138·78 | 3 | verbreitert | — | — |
| 4629·66 | 3 | dto. | — | — | 4135·79 | 5 | scharf | — | — |
| 4622·99 | 8 | ziemlich scharf | 4620 | 4625 | 4117·58 | 3 | etwas verbreitert | — | — |
| 4614·86 | 6 | dto. | — | — | 4110·12 | 4 | | — | — |
| 4605·90 | 2 | bandartig verbreitert | — | — | 4109·96 | 1 | | — | — |
| 4601·63 | 5 | verschwommen | — | — | 4106·52 | 3 | scharf | — | — |
| 4597·14 | 3 | dto. | — | — | 4105·56 | 2 | dto. | — | — |
| 4575·95 | 6 | verbreitert nach Roth | — | — | 4102 62 | 4 | | — | — |
| | | | | | 4096·27 | 3 | stark verbreitert | — | — |
| 4558·21 | 4 | verschwommen | — | — | 4090·74 | 3 | scharf | — | — |
| 4543·12 | 8 | scharf | 4542 | 4543 | 4089·29 | 3 | etwas verbreitert | 3980 | — |
| 4542·67 | 2 | verschwommen | — | — | 4075·66 | 4 | verbreitert | | |
| 4538·95 | 5 | verbreitert | — | — | 4037·486 | 2 | scharf | | |
| 4530·21 | 1 | | — | — | 4036·538 | 4 | ziemlich scharf | | |
| 4530·00 | 5 | scharf | — | — | 4024·19 | 5 | verbreitert nach Roth | | |
| 4529·78 | 2 | dto. | — | — | | | | | |
| 4525·82 | 8 | einseitig nach Roth verbreitert | — | — | 4022·04 | 2 | | | |
| | | | — | — | 4021·95 | 1 | | | |
| 4513·99 | 1 | | — | — | 4012·70 | 3 | scharf | | |
| 4513·67 | 5 | scharf | — | — | 4008·93 | 6 | verbreitert nach Roth | | |
| 4508·29 | 2 | verschwommen | — | — | | | | | |
| 4490·68 | 5 | scharf | 4485 | — | 4007·45 | 5 | scharf | | |
| 4477·96 | 10 | scharf, einseitig verbreitert nach Roth | — | — | 4005·69 | 2 | dto. | | |
| | | | | | 4001·60 | 3 | mässig verbreitert | | |
| 4472·83 | 8 | dto. | — | — | 3999·77 | 4 | dto. | | |
| 4471·99 | 1 | | — | — | 3997·27 | 4 | dto. | | |
| 4470·22 | 1 | | — | — | 3992·51 | 4 | scharf | | |
| 4466·42 | 1 | verschwommen | — | — | 3991·485 | 3 | dto. | | |
| 4465·99 | 1 | dto. | — | — | 3986·666 | 8 | dto. | | |
| 4460·92 | 1 | | — | — | 3980·585 | 10 | etwas verschwommen | | |
| | | | | | 3980·151 | 5 | scharf | | |

| Eder - Valenta | | | Eder - Valenta | | |
|---|---|---|---|---|---|
| λ | ι | Bemerkung | λ | ι | Bemerkung |
| 3968·804 | 5 | scharf | 3871·377 | 6 | scharf |
| 3955·504 | 8 | mässig nach Roth verbreitert | 3857·363 | 6 | ziemlich scharf |
| | | | 3840·775 | 3 | etwas verbreitert nach Roth |
| 3950·745 | 7 | dto. | | | |
| 3939·862 | 5 | dto. | 3834·861 | 6 | verbreitert nach Roth |
| 3938·801 | 5 | dto. | 3829·920 | 3 | stark verschwommen |
| 3935·310 | 6 | dto. | 3828·640 | 3 | |
| 3929·726 | 6 | gleichmässig verbreitert | 3815·771 | 4 | scharf |
| | | | 3811·55 | 3 | |
| 3924·239 | 8 | mässig verbreitert nach Roth | 3801·09 | 1 | dto. |
| | | | 3794·153 | 4 | dto. |
| 3923·506 | 6 | | 3772·727 | 4 | verbreitert |
| 3920·838 | 6 | verbreitert nach Roth | 3770·410 | 2 | dto. |
| | | | 3753·87 | 4 | dto. |
| 3919·770 | 6 | ziemlich scharf | 3740·66 | 5 | dto. |
| 3917·960 | 3 | scharf | 3737·82 | 2 | dto. |
| 3914·419 | 9 | | 3735·91 | 1 | |
| 3914·270 | — | | 3725·54 | 1 | |
| 3901·418 | 4 | | 3714·45 | 4 | |
| 3891·790 | 8 | dto. | 3699·595 | 2 | |
| 3888·665 | 4 | verbreitert nach Roth | 3684·84 | 3 | |

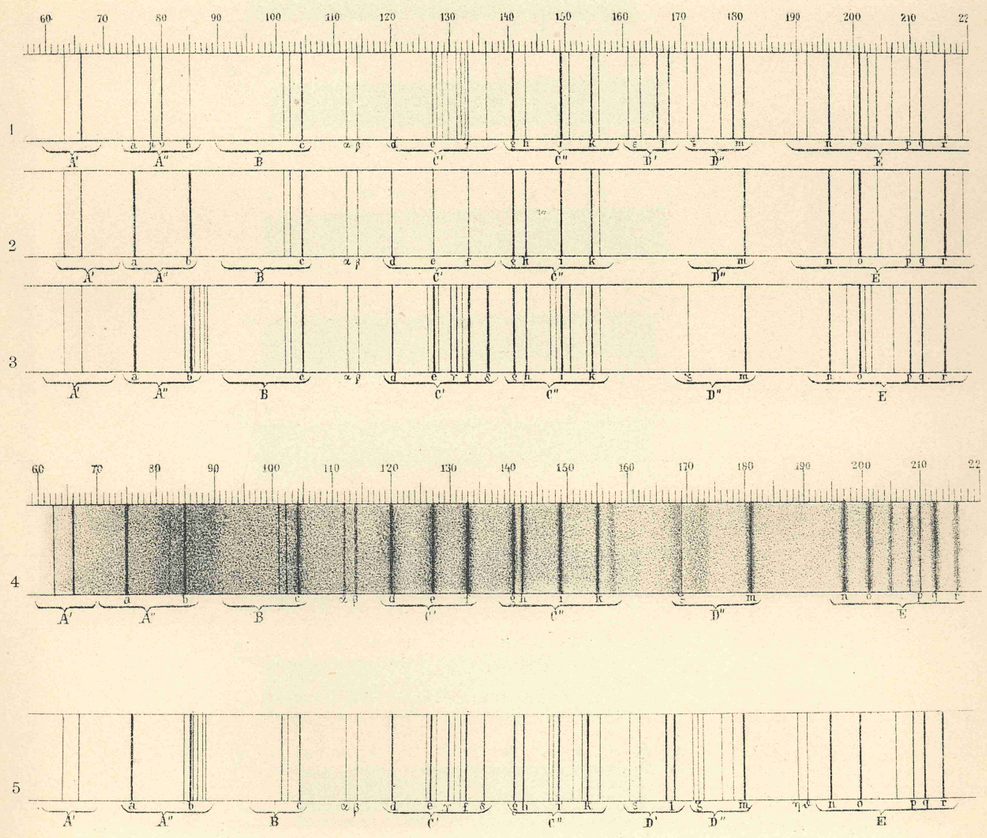
Wien, im Juni 1899.

Photochemisches Laboratorium
der
k. k. Graphischen Lehr- und Versuchsanstalt in Wien.

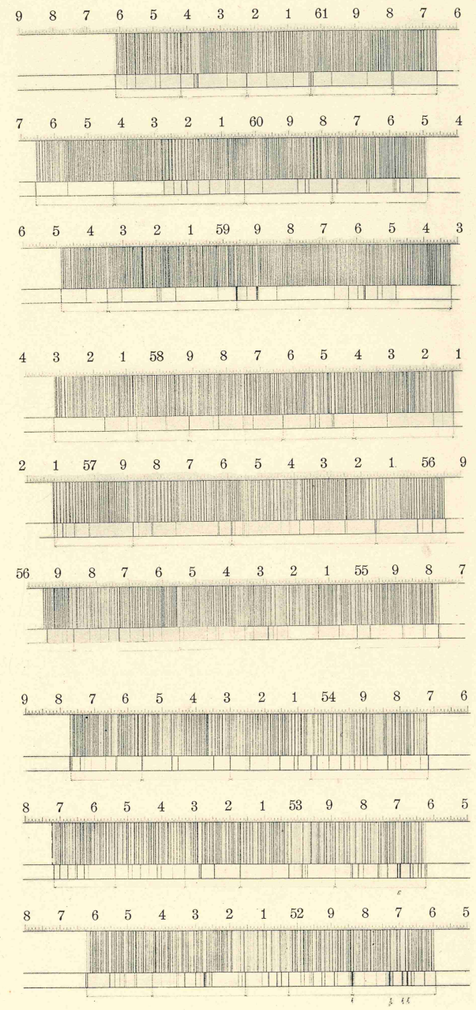


Darstellung des Spectrums des Brom bei verschiedenem Drucke.

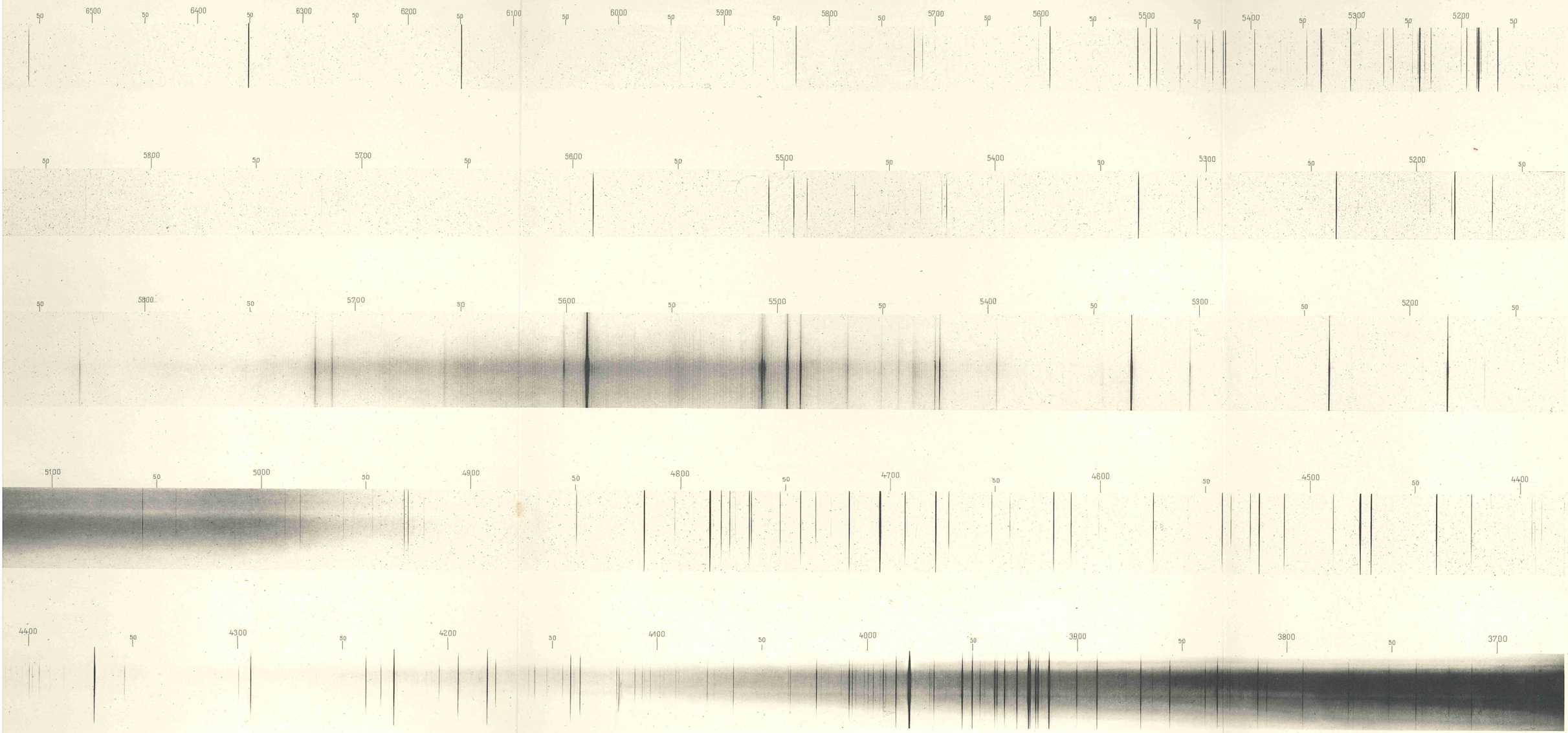
Nach einer lithographischen Zeichnung Ciamician's, 1878.




1. Brom bei stärkster Verdünnung. — 2. Bei Druck von über 10 *mm*. — 3. Bei etwas grösserem Drucke. — 4. Starker Dampfdruck bei 50° C. — 5. Vollständiges Spectrum des Brom nach Ciamician.




Absorptionsspectrum des Brom nach Hasselberg.




Emissionsspectrum des Brom von J. M. Eder und E. Valenta.

Fig. 1. Rother bis gelbgrüner Bezirk des Bromspectrums; Druck circa 15 *mm* (Spectrum 1. Ordnung).

Fig. 2. Gelber bis gelbgrüner Bezirk; Druck circa 15 *mm* (Spectrum 2. Ordnung).

Fig. 3. Gelber bis grüner Bezirk; Druck circa 45 *mm*. Linienspectrum, gemischt mit Bandenspectrum (2. Ordnung).

Fig. 4. Grüner bis blauvioletter Bezirk; Druck circa 15 *mm* (2. Ordnung).

Fig. 5. Blauer Bezirk bis Beginn des Ultraviolett; Druck circa 8 *mm* (2. Ordnung).

Denkschriften der kais. Akad. d. Wiss. in Wien, mathem.-naturw. Classe, Bd. LXVIII, 1899.



Heliogravure der k. k. Graphischen Lehr- und Versuchsanstalt in Wien.

Fig. 1.

Fig. 2.

Fig. 3.

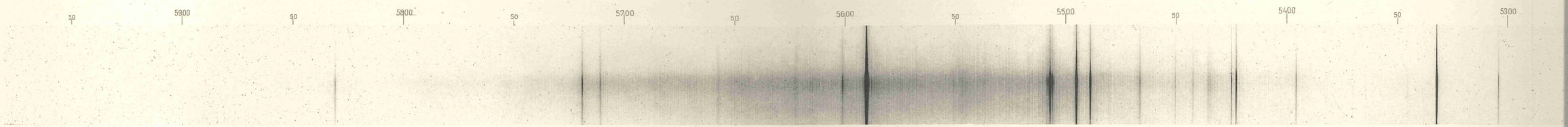



Fig. 4.

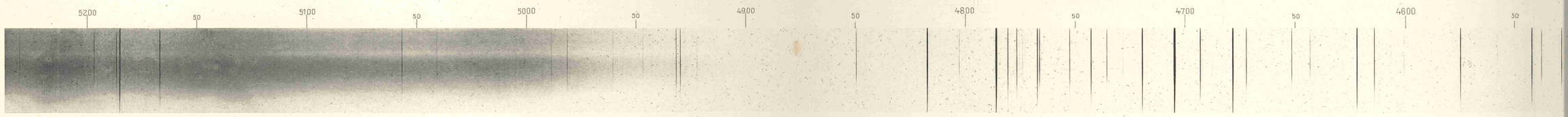
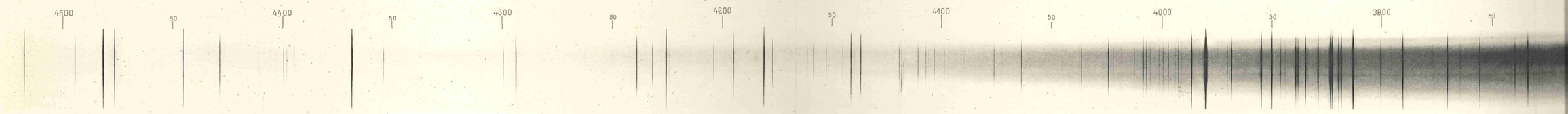



Fig. 5.




Emissionsspectrum des Brom von J. M. Eder und E. Valenta.

Fig. 1. Rother bis gelbgrüner Bezirk des Bromspectrums; Druck circa 15 *mm* (Spectrum 1. Ordnung).

Fig. 2. Gelber bis gelbgrüner Bezirk; Druck circa 15 *mm* (Spectrum 2. Ordnung).

Fig. 3. Gelber bis grüner Bezirk; Druck circa 45 *mm*. Linienspectrum, gemischt mit Bandenspectrum (2. Ordnung).

Fig. 4. Grüner bis blauvioletter Bezirk; Druck circa 15 *mm* (2. Ordnung).

Fig. 5. Blauer Bezirk bis Beginn des Ultraviolett; Druck circa 8 *mm* (2. Ordnung).

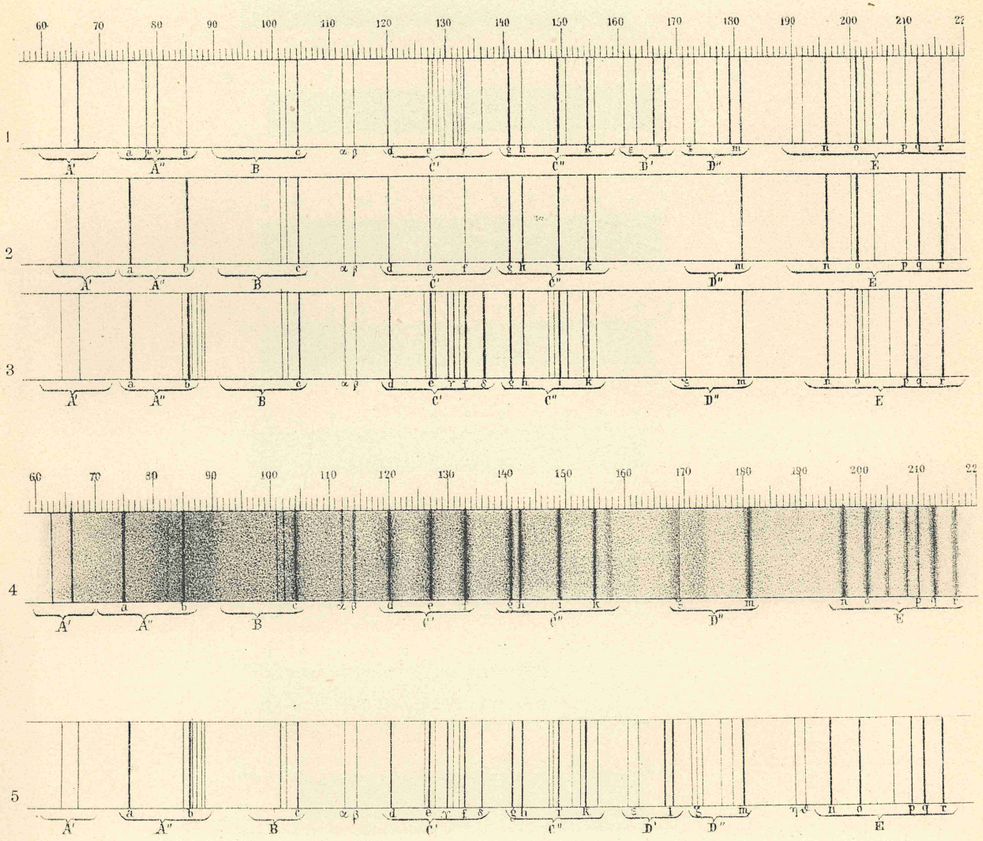
Denkschriften der kais. Akad. d. Wiss. in Wien, mathem.-naturw. Classe, Bd. LXVIII, 1899.

Spectrumphotographie von J. M. Eder und E. Valenta.

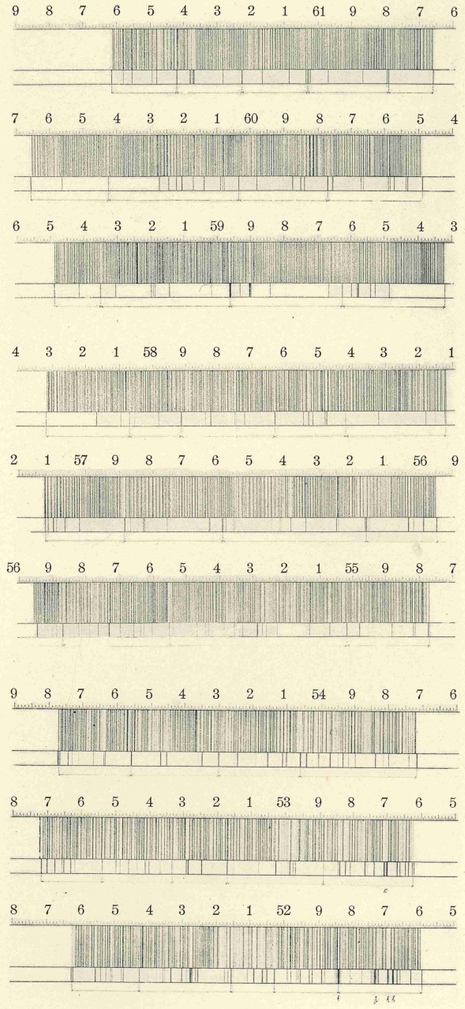
Heliogra

Darstellung des Spectrums des Brom bei verschiedenem Drucke.

Nach einer lithographischen Zeichnung Ciamician's, 1878.




1. Brom bei stärkster Verdünnung. — 2. Bei Druck von über 10 *mm*. — 3. Bei etwas grösserem Drucke. — 4. Starker Dampfdruck bei 50° C. — 5. Vollständiges Spectrum des Brom nach Ciamician.




Absorptionsspectrum des Brom nach Hasselberg.



Lichtdruck der k. k. Graphischen Lehr- und Versuchsanstalt in Wien.